

平成 22 年 5 月 3 日 ; 改訂 平成 22 年 5 月 4 日

H22 年度基礎天文学観測「電波干渉計」

(担当教員・河野孝太郎 ; チューター・五十嵐 創)

レポート課題

- 電波干渉計における直接的な観測量は、visibility である。
 - visibility はどのような情報を含んだ物理量か、理解している事柄について説明せよ。
 - 観測中の quick look で、visibility amplitude を見ると、3C454.3 などの quasar を観測しているときは、全ての基線で、ほぼ同程度の visibility amplitude が得られているのに対し、目的天体(Maffei2 の CO 輝線)の観測をしている際の visibility をみると、短い基線で非常に強く検出され、一方、長い基線では、ほとんどシグナルが見えないという状況になっている。これは何を意味しているか？
 - 5/3 の朝に観測した、3C454.3 のデータのうち、最も短い基線 (CD 基線) と最も長い基線 (EF 基線) の visibility を、Re-Im 平面上にプロットせよ。両者を比較し、大気の影響が、visibility にどのように表れているかを述べよ。
- 野辺山ミリ波干渉計での観測において、観測から天体の画像が得られるまでの流れを整理して説明せよ。必要な情報 (少なくとも以下の情報・画像を含む) を添付すること。
 - 観測日時、観測周波数、そのサイドバンド (USB か LSB か)、使用した分光計の名称、その帯域幅と、分光点数。
 - 観測指示書 (*.seq ファイル)
 - reference calibrator の観測から得た、システム利得の時間変化を示すグラフ (gain table のプリントアウト)。
 - band pass calibrator の観測から得た、システム利得の周波数特性を示すグラフ (band pass table のプリントアウト)。
 - 取得された空間周波数成分の 2 次元分布 (uv plane)。
 - 得られた Point Spread Function (Synthesized Beam Pattern あるいは単に Beam Pattern と呼ぶ)。これは、上記の uv plane と Fourier 変換の関係にある。
 - 得られた CO 輝線の速度チャンネルマップ。dirty map = deconvolution 前、および CLEAN map = deconvolution 後、それぞれを示すこと。
 - 得られたデータを記述するパラメーター。すなわち、[a] 達成された空間分解能、[b] 速度分解能、[c] 速度チャンネルマップの雑音レベル (1σ)。[d] その雑音レベルを達成するために要した観測時間 (on-source の積分時間)。
- deconvolution まで済んだ天体の分子輝線画像データ (3 次元 cube) から、以下の情報を得ることができる。観測ターゲットに選んだ銀河について、これらを図示せよ。
 - 輝線の積分強度マップ
 - 輝線の視線速度マップ
 - 輝線の速度分散マップ
 - 積分強度分布のピーク位置でのスペクトル (横軸速度・縦軸 flux density)
 - 銀河の長軸に沿った輝線の位置・速度図

4. 観測ターゲットに選んだ銀河一つについて、

- (ア) SAO image ds9 という画像表示ツールを用いて、この実習で得た CO 輝線の積分強度マップと空間スケールをあわせ、他の波長の画像と並べて表示せよ。CO 輝線強度マップは、等高線で表示して、他の画像に重ね書き表示をするとよい。比較すべき他の波長画像としては、可視光 (DSS)、近赤外線 ($2\mu\text{m}$, 2MASS)、中間赤外線 ($24\mu\text{m}$, $70\mu\text{m}$, Spitzer 衛星) とし、FITS ファイルを提供するので利用すること。
- (イ) 選んだ銀河について、その距離を調べ、1 秒角がその銀河の場所において、何 pc に相当するかを計算せよ。今回得た観測データの空間分解能 (beam size) および画像を得た領域 (視野) は、それぞれ何 pc に相当するか。
- (ウ) CO 輝線の peak flux density を、輝度温度に換算せよ。また、その結果を、天の川銀河における巨大分子雲での典型的な輝度温度と比較し、どのような物理的状況が観測されているか、考察せよ。
- (エ) 積分強度マップに表れている CO 輝線の全 flux を調べよ。また、その flux 値を使って、このマップ内に観測された全分子ガスの総量 M_{gas} を求めよ。ここで、CO 輝線強度と H_2 分子ガス量との比例係数 (CO- H_2 conversion factor) は、Galactic value を仮定してよいものとする。
- (オ) 積分強度マップ内で最も明るいところ (peak flux; Jy/beam km/s 単位) での、CO 輝線強度 (K km/s 単位) を求めよ。また、その場所での、水素分子ガスの面密度 $\Sigma(\text{H}_2)$ を求めよ。
- (カ) 視線速度マップから、この銀河の円盤の、どちら側が、我々に近いサイド (near side) か、検討せよ。ただし、可視赤外線で見えている渦状腕は trailing であると仮定してよい。
- (キ) これらの輝線を出している分子ガスが、銀河中心のまわりに円運動をしていると仮定し、輝線が見えている半径より内側にある物質の総質量を求めよ。これは、力学的な考察により得られる質量なので、しばしば、力学的質量、 M_{dyn} と表記する。回転速度は、今回は、視線速度マップから読み取ることとする。
- (ク) 同じ半径より内側にある、ガス質量 M_{gas} と力学質量 M_{dyn} の比 (ある半径より内側において、銀河の総質量のうち、ガスが占める割合) を求めよ。

5. 今回の実習で、選択した銀河の観測で達成した雑音レベルと同じ感度を、アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計 (ALMA) で達成するためには、どの程度の観測時間 (on-source の積分時間) が必要か。以下の感度計算ツールを使って計算せよ。

<http://www.eso.org/sci/facilities/alma/observing/tools/etc/> (要 JAVA)

6. この他、この実習を通して分かったこと、気付いたこと、実習の感想、要望・苦情?などを自由に記述せよ。

質問などあれば、些細なことでも、気軽に担当教員宛にメールで:

kkohno@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

締切: 2010年6月30日(水)

提出先: 天文学教室事務 (石川さん) 宛

以上